

## FRESH WATER PRODUCING DEVICE HAVING REVERSE-OSMOSIS MEMBRANE

**Publication number:** JP9299944

**Publication date:** 1997-11-25

**Inventor:** MURAKAMI YOSHIKI; YOKOMIZO YUICHI; KAJIO SHOZO

**Applicant:** ORGANO KK

**Classification:**

**- international:** B01D61/02; B01D61/12; C02F1/44; B01D61/02; C02F1/44; (IPC1-7): C02F1/44; B01D61/02; B01D61/12

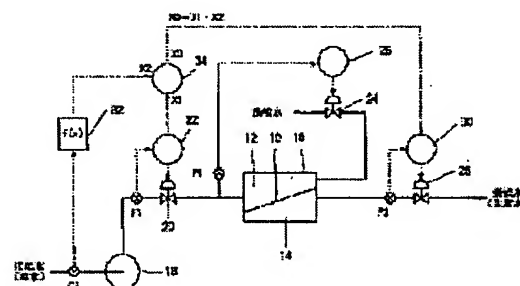
**- European:**

**Application number:** JP19960142202 19960513

**Priority number(s):** JP19960142202 19960513

### Abstract of JP9299944

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To maintain the performance of a reverse-osmosis membrane in a fresh water producing device having the membrane and to prevent the breakage of the membrane. **SOLUTION:** The pressure and flow rate of the water to be supplied to the reverse-osmosis membrane module 16 (RO module) of a fresh water producing device and the flow rate of the permeated water are independently feed-back controlled. The inlet pressure of the supply water is controlled by the opening degree of a pressure control valve 24 from the outlet of the supply water chamber 12 of the RO module 16, the flow rate of the supply water is controlled by the opening degree of a flow control valve 20, and the flow rate of the permeated water is controlled by the opening degree of a flow control valve 28. The set permeated water flow rate is given by the product of the set supply water flow rate and the recovery rate according to the conductivity of the supply water. The performance of a reverse-osmosis membrane 10 is maintained irrespective of the fluctuations in the salinity of the supply water and the variations in the ambient temp., and the breakage of the membrane is prevented.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-299944

(43) 公開日 平成9年(1997)11月25日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 2 F 1/44			C 0 2 F 1/44	G
B 0 1 D 61/02	5 0 0		B 0 1 D 61/02	5 0 0
61/12			61/12	

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-142202

(22) 出願日 平成8年(1996)5月13日

(71) 出願人 000004400

オルガノ株式会社

東京都文京区本郷5丁目5番16号

(72) 発明者 村上 良明

東京都文京区本郷5丁目5番16号 オルガ  
ノ株式会社内

(72) 発明者 横溝 雄一

東京都文京区本郷5丁目5番16号 オルガ  
ノ株式会社内

(72) 発明者 梶尾 省三

東京都文京区本郷5丁目5番16号 オルガ  
ノ株式会社内

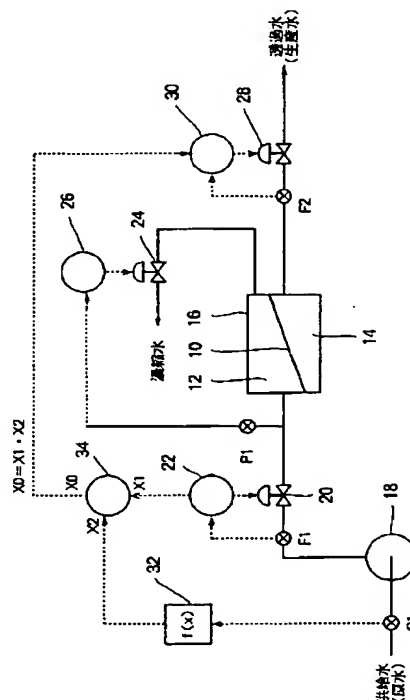
(74) 代理人 弁理士 稲垣 清 (外2名)

(54) 【発明の名称】 逆浸透膜を有する淡水製造装置

(57) 【要約】

【課題】 逆浸透膜を有する淡水製造装置における逆浸透膜の性能の維持及び破損防止を図る。

【解決手段】 淡水製造装置の逆浸透膜モジュール (R Oモジュール) 16の供給水の圧力、供給水の流量、及び、透過水流量を夫々独立にフィードバック制御する。供給水の入口圧力は、R Oモジュール16の供給水室12出口からの供給水圧力制御弁24の開度により制御し、供給水流量は供給水流量調節弁20の開度により制御し、透過水流量は、透過水流量調節弁28の開度により制御する。透過水流量の設定値は、供給水流量の設定値と供給水の導電率に従う回収率との積で与える。供給水の塩濃度の変動及び周囲温度の変化においても、逆浸透膜10の性能が維持でき、その破損防止が可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 逆浸透膜を有する淡水製造装置において、  
逆浸透膜に供給する供給水の圧力と、該供給水の流量と、逆浸透膜を透過した後の透過水の流量とを夫々の設定値に基づいて独立に自動制御することを特徴とする淡水製造装置。

【請求項2】 前記透過水の流量の設定値は、供給水の流量又は供給水の流量の設定値と所望の回収率とに基づいて設定する、請求項1に記載の淡水製造装置。

【請求項3】 前記透過水の流量の設定値は、供給水の流量又は供給水の流量の設定値と所望の回収率との積で与えられる、請求項2に記載の淡水製造装置。

【請求項4】 前記所望の回収率は、供給水の水質に基づいて設定される、請求項2又は3に記載の淡水製造装置。

【請求項5】 前記水質は導電率である、請求項4に記載の淡水製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、逆浸透膜を有する淡水製造装置、特に海水等の高塩類含有水から淡水を製造するのに最適な装置に関し、更に詳しくは、淡水製造装置における逆浸透膜の性能の維持を可能とする制御技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】淡水製造装置として、海水から飲料水を製造する海水淡水化装置、高濃度の塩分を含む汚染された排水を処理する排水処理装置、水道水から純水を得る純水製造装置等が知られている。淡水製造装置には、逆浸透膜を利用する逆浸透プロセスを応用した形式のものがある。逆浸透膜は、淡水製造装置の供給水（原水）中に含まれる塩分等の浸透を阻止しその水分のみを透過させて、脱塩処理された透過水を得るものである。

【0003】図4を参照して、従来の逆浸透膜を有する淡水製造装置の一例について説明する。淡水製造装置は、逆浸透膜10によって供給水室12と透過水室14とに区画された逆浸透膜モジュール16を有し、逆浸透膜モジュール16の供給水室12には、高圧ポンプ18で昇圧された原水が供給される。供給水室12の入口には、供給水流量調節弁20が設けられており、該供給水流量調節弁20の開度は、流量調節計22によって、供給水流量センサF1の出力が所定の設定値となるようにフィードバック制御される。逆浸透膜12を透過した透過水は、淡水製造装置の生産水として所望の利用場所に送られる。供給水室12からは、塩分濃度が高くなった濃縮水が取り出され、その一部は所望により再び供給水室12側に戻される。濃縮水の取出し口には供給水圧力調節弁24が設けられ、その開度は、供給水室圧力調節計26によって、供給水室入口の圧力センサP1の出力

が所定の設定値となるように自動制御される。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記形式の従来の淡水製造装置では、供給水室の圧力は一定に保たれるものの、RO装置の運転条件が変化すると透過水流量や圧力が変化するという問題がある。即ち、定常状態から、例えば供給水中の塩分濃度が低下すると、或いは、周囲温度が上昇すると、逆浸透膜の特性に従って透過水流量が増大する。透過水流量の増大は、逆浸透膜面におけるスケーリングの増加をもたらし、逆浸透膜の性能劣化の要因になる。従って、運転要員が常に運転状況を監視して、逆浸透膜で許容される運転条件を維持するように操作を行う必要がある。

【0005】上記操作の必要性を回避するために、供給水流量及び供給水室圧力を一定とする前記制御方法に代えて、供給水流量及び透過水流量を夫々一定とする制御を行ない、透過水流量と供給水流量との比である回収率を一定とする自動制御も考えられる。しかし、この場合には、定常状態から、供給水中の塩分濃度が上昇すると、或いは、周囲温度が低下すると、逆浸透膜の特性に従って供給水室内の圧力が上昇し、逆浸透膜前後の差圧がその性能を維持できる所定の差圧限界を越えることがある。この場合にも、逆浸透膜の性能劣化や破損の要因となる。

【0006】本発明は、上記に鑑み、逆浸透膜の性能劣化や破損を生じないで自動制御運転を可能とする淡水製造装置を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明の逆浸透膜を有する淡水製造装置は、逆浸透膜に供給する供給水の圧力と、該供給水の流量と、逆浸透膜を透過した後の透過水の流量とを夫々の設定値に基づいて独立に自動制御することを特徴とする。

【0008】本発明の淡水製造装置は、例えば、海水淡水化装置、排水回収装置、純水製造装置等を含み、逆浸透膜を利用して供給水から脱塩を行なう形式の水処理装置であれば、特定の装置に限定されない。

【0009】透過水流量の設定値は、供給水の流量又は該流量の設定値と所望の回収率とに基づいて設定することが好ましく、例えば、この設定値は、供給水の流量又は該流量の設定値と所望の回収率との積で与えることが出来る。

【0010】前記所望の回収率は、供給水の水質に基づいて設定されることが好ましく、例えば、供給水の導電率の関数として設定する。この場合、供給水の導電率が上昇しても、逆浸透膜の性能を損わない回収率が設定できる。

【0011】本発明の淡水製造装置では、上記構成を採用したことにより、供給水の導電率の変動や周囲温度の変化等の外部条件の変動に際しても、逆浸透膜前後の差

圧や透過水の流量がその性能範囲を越えて大きくなることが防止できるので、逆浸透膜の劣化や破損を生ずることがない。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】図面を参照して本発明の実施形態例を説明する。図1は、本発明の一実施形態例の逆浸透膜を有する淡水製造装置の構成を示すブロック図である。本実施形態例の淡水製造装置は、逆浸透膜10により供給水室12と透過水室14とに区画された逆浸透膜モジュール（ROモジュール）16と、ROモジュール16の供給水室12に加圧された原水を供給する高圧ポンプ18と、各制御ループを構成する制御弁、センサ類、演算装置及び調節計とから構成される。

【0013】供給水室12の入口には、供給水流量調節弁20が設けられ、その開度は、フィードバック制御を行う供給水流量調節計22によって、供給水の流量を計測する供給水流量センサF1の出力が、予め設定された設定値となるように制御される。供給水室12からの濃縮水出口には、供給水圧力調節弁24が設けられ、その開度は、フィードバック制御を行う供給水室圧力調節計26により、供給水室の入口圧力を計測する供給水室圧力センサP1の出力が、予め設定された設定値となるように制御される。

【0014】透過水室14の出口には、透過水流量調節弁28が設けられ、その開度は、フィードバック制御を行う透過水流量調節計30により、透過水流量の設定値及び供給水中の導電率を計測する導電率センサC1の出力に基づいて制御される。なお、透過水流量の設定値の代わりに、透過水流量を計測する透過水流量センサF2の出力を用い、この流量センサF2の出力と導電率センサC1の出力とに基づいて透過水流量調節弁28の開度を制御するようにしてもよい。供給水導電率センサC1の出力は、まず、関数発生器32に送られ、計測された導電率に対応する回収率が関数発生器32により求められる。関数発生器32は、例えば、図3のグラフで示した導電率-回収率曲線から成る関数を記憶しており、その関数に従って、この回収率を出力する。

【0015】図3には、供給水の導電率（ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）と、その導電率の供給水が供給された場合の逆浸透膜の特性に従う適切な回収率との関係が示されている。例えば、供給水の導電率が約20000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下では回収率を52%程度とする。供給水の導電率が大きくなり、例えば、海水レベルの30000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以上になると回収率を50%以下となるように小さくし、導電率が60000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以上では、回収率が40%以下となるように小さくする。なお、この関数は、使用される逆浸透膜の種類により異なる。

【0016】関数発生器32の出力 $x_2$ は、乗算器34に与えられ、乗算器34において、供給水流量の設定値（ $x_1$ ）と乗算され、その出力（ $x_0 = x_1 \cdot x_2$ ）が、前

記透過水流量調節計30の透過水流量設定値として与えられる。透過水流量調節計30は、この設定値に基づいて透過水流量調節弁28の開度を制御する。

【0017】上記構成により、本実施形態例の淡水製造装置では、供給水の導電率が上昇した場合には、逆浸透膜の特性に従って回収率を低く設定し、導電率が低下した場合には、逆浸透膜の性能の範囲内で回収率を大きくすることにより、淡水製造装置の透過水流量を逆浸透膜の特性の範囲内で制御している。これにより、供給水の導電率上昇の際の逆浸透膜10のスケーリングの増加が抑えられ、逆浸透膜の性能劣化が防止できる。同時に、供給水圧力調節弁24により供給水入口圧力が一定に保たれるので、導電率上昇の際にも逆浸透膜前後の差圧が増大することはなく、逆浸透膜の破損も防止できる。また、周囲温度が変動しても、供給水流量が所定の設定値に抑えらる一方、この設定値に従って透過水流量も制御されるので、温度が上昇しても透過水流量が増大することはない。このため、スケーリングが増加して逆浸透膜の性能を低下させることもない。

【0018】図2は、本発明の第2の実施形態例の逆浸透膜を有する淡水製造装置を示している。本実施形態例の淡水製造装置では、逆浸透膜モジュール（ROモジュール）が多段に設けられており、第1段のROモジュール群A1と、第2段のROモジュール群A2とに別れて配置されている。第1段のROモジュール群A1には、第1ROモジュール40及び第2ROモジュール42が含まれ、装置外から供給原水が与えられる。第2段のROモジュール群A2には、第3ROモジュール44、第4ROモジュール46、及び、第5ROモジュール48が含まれ、第1段のROモジュール群A1からの透過水が2次供給水として与えられる。各ROモジュールは、第1の実施形態例で説明したROモジュールと同様な構造を有する。

【0019】供給原水は、高圧ポンプ50によって加圧されて、供給水流量調節弁52を経由して第1ROモジュール40に送られる。第1ROモジュール40の供給水室出口からの濃縮水は、第2ROモジュール42の供給水室に供給される。第2ROモジュール42出口からの濃縮水は、第1供給水圧力調節弁54を経由して動力回収タービン56に供給され動力回収タービン56を回転させた後に、本淡水製造装置から排出される。動力回収タービン56における回収動力は、高圧ポンプ50の回転動力として利用される。また、第1ROモジュール40及び第2ROモジュール42の各透過水室出口からの透過水は、夫々第1透過水流量調節弁58及び第2透過水流量調節弁60を経由して集められ、第2段供給ポンプ62により加圧され、第2段のROモジュール群A2のための2次供給水として、2次供給水流量調節弁64を経由して与えられる。

【0020】第2のROモジュール群A2に送られた2

次供給水は、まず、第3 ROモジュール44の供給水室に送られる。第3 ROモジュール44の供給水室出口からの濃縮水は、第4 ROモジュール46の供給水室に送られ、更に第4 ROモジュール46の供給水室出口からの濃縮水は、第5 ROモジュール48の供給水室に送られる。第5 ROモジュール48の供給水室出口からの濃縮水は、第2供給水圧力調節弁66を経由して本淡水製造装置から排出されるか、或いは、第1 ROモジュール40の手前に戻されて該第1 ROモジュール40の供給水として再利用される。第3～第5 ROモジュール44、46、48からの各透過水は、1つに集められて透過水流量調節弁68を経由して、本淡水製造装置により生産された生産水として所定の利用場所に送られる。

【0021】供給水流量調節弁52の開度は、フィードバック制御を行う供給水流量調節計70により、高圧ポンプ50出口の供給水流量センサF1の出力が所定の設定値となるように制御される。第2 ROモジュール42の供給水室出口の供給水圧力調節弁54の開度は、第1 ROモジュール40の入口圧力センサP1の出力が予め設定された設定値となるように、フィードバック制御を行う供給水室圧力調節計72によって制御され、また、第5 ROモジュール48の供給水室出口の供給水圧力調節弁66の開度は、第3 ROモジュール44の入口圧力センサP2の出力が予め設定された設定値となるように、フィードバック制御を行なう供給水室圧力調節計88によって制御される。供給水の導電率センサC1の出力は、関数発生器74に送られ、計測された導電率に対応する回収率が出力される。関数発生器74の出力 $x_2$ は乗算器76に送られ、供給水流量の設定値 $x_1$ と乗算される。乗算器の出力 $x_0 = x_1 \cdot x_2$ は、第1段のROモジュール群A1の透過水の合計流量の設定値となる。

【0022】第2 ROモジュール42の透過水室出口の透過水流量調節弁60は、第2 ROモジュール透過水流量センサF3の出力に基づいて、その出力を所定の設定値とするように、フィードバック制御を行う第2 ROモジュール透過水流量調節計78によって制御される。第1 ROモジュール40の透過水室出口の透過水流量調節弁58は、第1 ROモジュール透過水量センサF2の出力及び第2 ROモジュール透過水流量の設定値に基づいて、フィードバック制御を行う第1 ROモジュール透過水流量調節計80によって制御される。即ち、第1 ROモジュールからの透過水流量は、先に求められた第1段のROモジュール群A1の透過水の全体流量設定値から、第2 ROモジュール透過水流量の設定値を減ずることによって得られる値を設定値として制御される。この減算は、減算器82によって行なわれる。

【0023】第1及び第2 ROモジュール40、42の透過水流量合計は、第2段のROモジュール群A2の2次供給水流量であり、その設定値は、減算器82の出力と第2 ROモジュール42の透過水流量の設定値とを加

算する加算器84で得られる。この加算器84の出力 $x_2$ と、固定の回収率 $x_1$ （例えば85%）とが、乗算器86で乗算され、積 $x_0 = x_1 \cdot x_2$ が得られる。第2段のROモジュール群A2の透過水（生産水）の流量センサF4の出力は、その設定値を成すこの積 $x_0 = x_1 \cdot x_2$ と比較され、第2段ROモジュール群A2の透過水流量調節弁68の開度がこの設定値となるようにフィードバック制御される。

【0024】本実施形態例では、第1の本実施形態例と同様に、供給水の圧力、供給水の流量及び透過水の流量を夫々独立に制御することで、第1の本実施形態例と同様な効果が得られる。ここで、一般に供給原水の塩濃度の変動範囲は大きいと考えられるので、本実施形態例では、この塩濃度に従って第1段ROモジュール群A1の全体透過水流量を制御している。この制御は、図3で示した関数に基づいて、供給原水の塩濃度が高くなると第1段ROモジュール群A1の透過水合計流量の設定値を下げることで行われる。しかし、第2段のROモジュール群A2に供給される2次供給水では、塩濃度が十分に低いので、2次供給水の塩濃度に従って透過水流量を制御することを要しない。つまり、回収率を逆浸透膜の特性に従って固定値（例えば85%）としている。

【0025】また、第1のROモジュール群A1の第2 ROモジュール42の透過水流量を一定とし、第1 ROモジュール40の流量を可変としたのは、第2 ROモジュール42の透過水は、第1 ROモジュール40の濃縮水を供給水として得られたものであり、例えば第1 ROモジュールの供給原水として海水を用いる場合は、得られる濃縮水の塩濃度は、供給原水の塩濃度よりもかなり高いので、第2 ROモジュールで処理可能な限界の塩濃度に近く、従って第2 ROモジュール42の透過水の流量は、限界塩濃度における設計上可能な最大の流量に設定しておけば良いからである。

【0026】上記各本実施形態例の淡水製造装置では、何れも、供給水（原水）流量、供給水入口圧力、及び、透過水流量を夫々の設定値に基づいて制御することにより、供給水の導電率の変動、或いは、周囲温度の変化に際しても、透過膜の性能や寿命に影響を及ぼす透過水流量の上昇や透過膜前後の差圧の増大を防いでいる。特に、透過水流量の設定値を、供給水の導電率に従って変化させることにより、この制御が良好に行われる。

【0027】海水淡水化装置等では、1台の装置で、導電率が高い海水を供給水とする他に、例えば海水に淡水を混合する等によって得られた導電率が低い供給水、或いはその逆に海水よりも導電率が高い工場排水と海水とを混合することによって得られた導電率が高い供給水によっても運転したいという運転方式の多様化が望まれている。本発明の淡水製造装置は、このような海水淡水化装置における運転方式の多様化に特に適している。

【0028】以上、本発明をその好適な実施例に基づい

【0029】

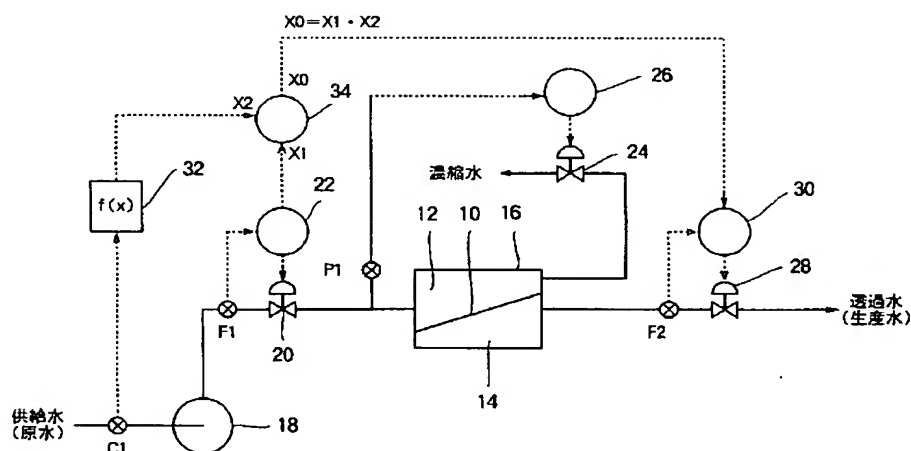
【図面の簡単な説明】

【図4】従来の淡水製造装置のブロック図。

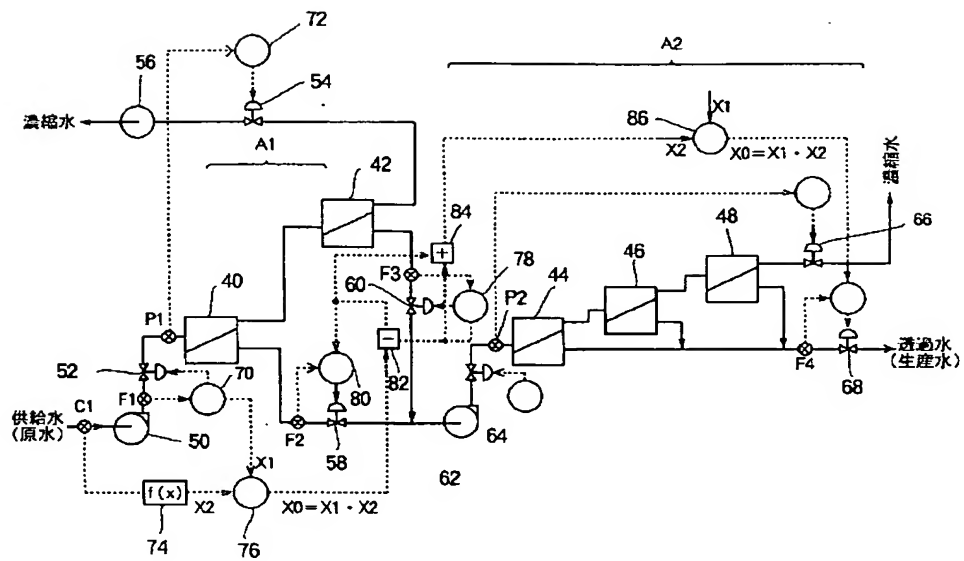
【符号の説明】

- 10 逆浸透膜  
12 供給水室  
14 透過水室  
16 逆浸透膜モジュール（ROモジュール）  
18、50 高压ポンプ  
20、52 供給水流量調節弁  
22、70 供給水流量調節計  
24、54、66 供給水圧力調節弁  
26、72 供給水室圧力調節弁  
28、58、60、68 透過水流量調節弁  
30、78、80 透過水流量調節計  
32、74 関数発生器  
34、76、86 乗算器  
56 動力回収タービン  
62 第2段供給ポンプ  
64 2次供給水流量調節弁  
82 減算器  
84 加算器  
F1～F4 流量センサ  
P1、P2 圧力センサ  
C1 導電率センサ  
40、42、44、46、48 ROモジュール

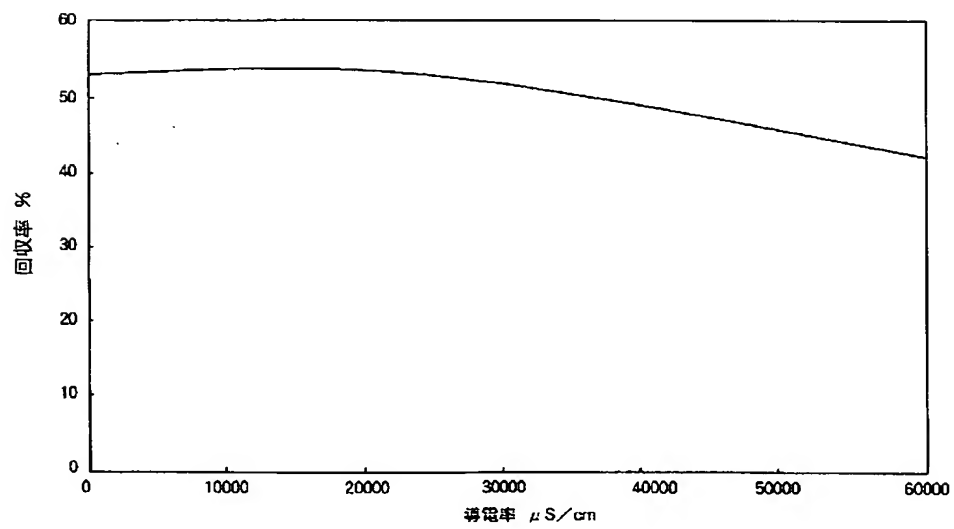
【图 1】



【図2】



【図3】



【図4】

